

**PENGEMBANGAN METODE *FUZZY-PROMETHEE*
UNTUK SELEKSI MAHASISWA BERPRESTASI**



**Rina Widyasari, M.Si (Ketua Tim)
Hendra Cipta, S.Pd.I, M.Si (Anggota)**

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
(LP2M)
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
SUMATERA UTARA MEDAN
MEDAN
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

1. a. Judul Penelitian : Pengembangan Metode *Fuzzy-Promethee* untuk Seleksi Mahasiswa Berprestasi
b. Kluster Penelitian : Penelitian Pengembangan Program Studi
c. Bidang Keilmuan : Sains dan Teknologi
d. Kategori : Kelompok
2. Peneliti : Rina Widyasari, M.Si (Ketua Tim)
3. ID Peneliti : 0118078801
4. Unit Kerja : Matematika/Fakultas Sains dan Teknologi UIN SU
5. Waktu Penelitian : 5 s/d 6 bulan 2018
6. Lokasi Penelitian : Kota Medan
7. Biaya Penelitian : Rp. 21.000.000 (Dua Puluh Satu Juta Rupiah)

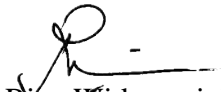
Medan, 1 Nopember 2018

Disahkan oleh Ketua
Lembaga Penelitian dan Pengabdian
kepada Masyarakat (LP2M) UIN
Sumatera Utara Medan



Prof. Dr. Pagar, M.Ag.
NIP. 195812311988031016

Peneliti,
Ketua Tim


Rina Widyasari, M.Si
NIB. 110000011 9

LEMBAR PENGESAHAN

1. a. Judul Penelitian : Pengembangan Metode *Fuzzy-Promethee* untuk Seleksi Mahasiswa Berprestasi
b. Kluster Penelitian : Penelitian Pengembangan Program Studi
c. Bidang Keilmuan : Sains dan Teknologi
d. Kategori : Kelompok
2. Peneliti : Hendra Cipta, S.Pd.I, M.Si (Anggota)
3. ID Peneliti : 200207890210000
4. Unit Kerja : Matematika/Fakultas Sains dan Teknologi UIN SU
5. Waktu Penelitian : 5 s/d 6 bulan 2018
6. Lokasi Penelitian : Kota Medan
7. Biaya Penelitian : Rp. 21.000.000 (Dua Puluh Satu Juta Rupiah)

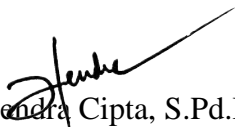
Medan, 1 Nopember 2018

Disahkan oleh Ketua
Lembaga Penelitian dan Pengabdian
kepada Masyarakat (LP2M) UIN
Sumatera Utara Medan

Peneliti,
Anggota



Prof. Dr. Pagar, M.Ag.
NIP. 195812311988031016



Hendra Cipta, S.Pd.I, M.Si
NIB. 1100000063

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rina Widyasari, M.Si

Jabatan : Dosen

Unit Kerja : Matematika/Fakultas Sains dan Teknologi
 UIN Sumatera Medan

Alamat : Jalan IAIN No. 1 Medan


dengan ini menyatakan bahwa :

1. Judul penelitian "*PENGEMBANGAN METODE FUZZY-PROMETHEE UNTUK SELEKSI MAHASISWA BERPRESTASI*" merupakan karya orisinal saya.
2. Jika di kemudian hari ditemukan fakta bahwa judul, hasil atau bagian dari laporan penelitian saya merupakan karya orang lain dan/atau plagiasi, maka saya akan bertanggung jawab untuk mengembalikan 100% dana hibah penelitian yang telah saya terima, dan siap mendapatkan sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 1 November 2018

Yang Menyatakan,


Rina Widyasari, M.Si
NIB. 1100000119

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hendra Cipta, S.Pd.I, M.Si

Jabatan : Dosen

Unit Kerja : Matematika/Fakultas Sains dan Teknologi
 UIN Sumatera Medan

Alamat : Jalan IAIN No. 1 Medan

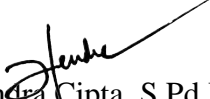
dengan ini menyatakan bahwa :

3. Judul penelitian “*PENGEMBANGAN METODE FUZZY-PROMETHEE UNTUK SELEKSI MAHASISWA BERPRESTASI*” merupakan karya orisinal saya.
4. Jika di kemudian hari ditemukan fakta bahwa judul, hasil atau bagian dari laporan penelitian saya merupakan karya orang lain dan/atau plagiasi, maka saya akan bertanggung jawab untuk mengembalikan 100% dana hibah penelitian yang telah saya terima, dan siap mendapatkan sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 1 November 2018

Yang Menyatakan,


Hendra Cipta, S.Pd.I, M.Si
NIB. 1100000063

KATA PENGANTAR



Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas Rahmat dan Karunia-Nya sehingga dapat menyempurnakan penyelesaian buku yang berjudul ***“Pengembangan Metode Fuzzy-Promethee untuk Seleksi Mahasiswa Berprestasi”***. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Muhammad SAW beserta kerabat, sahabat, para pengikutnya sampai akhir zaman, adalah sosok yang telah membawa manusia dan seisi alam dari kegelapan ke cahaya sehingga kita menjadi manusia beriman, berilmu, dan tetap beramal shaleh agar menjadi manusia yang berakhlak mulia.

Penulisan buku ini bertujuan untuk melengkapi persyaratan luaran penelitian. Buku ini juga diharapkan dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan, khususnya pendidikan matematika dalam instalasi nilai-nilai Islam yang terpadu dalam proses pembelajaran di lingkungan Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.

Dalam penulisan buku ini, saya sangat menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang perlu perbaikan di sana sini, sumbangan pemikiran yang membangun sangat penulis harapkan dari rekan-rekan sejawat terutama dari dosen-dosen senior. Juga usulan dari para pengguna buku ini terutama mahasiswa matematika.

Medan, 1 November 2018
Ketua Tim

Rina Widyasari, M.Si
NIB. 1100000119

DAFTAR ISI

Cover	
Lembar Pengesahan	
Surat Pernyataan	
Abstrak	
Kata Pengantar	
Daftar Isi	
Daftar tabel	
Daftar Gambar	
Daftar lampiran	
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat / Kontribusi	4
BAB 2. LANDASAN TEORI	5
2.1 Sistem Pendukung Keputusan (SPK)	5
2.2 <i>Fuzzy Logic</i>	7
2.3 Himpunan <i>Fuzzy</i>	9
2.4 Fungsi Keanggotaan	10
2.5 Metode <i>Analytical Hierarchical Process</i> (AHP)	12
2.6 Metode <i>Promethee</i>	17
2.7 Metode <i>Fuzzy-Promethee</i>	25
2.8 Algoritma <i>Fuzzy-Promethee</i> (<i>F- Promethee</i>)	26
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Pendekatan Penelitian Pengembangan	29
3.2 Perumusan Masalah	31
3.3 Pengumpulan Data	31
BAB 4. HASIL PEMBAHASAN	32
4.1 Pengembangan Metode <i>Fuzzy-Promethee</i>	32
4.2 Analisis Sistem	32

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Penelitian Lebih Lanjut	39
DAFTAR PUSTAKA	40

Bab 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Prestasi merupakan hasil usaha yang dilakukan seseorang. Prestasi dapat dicapai dengan mengandalkan kemampuan intelektual, emosional, dan spiritual, serta ketahanan diri dalam menghadapi situasi segala aspek kehidupan. Karakter orang yang berprestasi adalah mencintai pekerjaan, memiliki inisiatif dan kreatif, pantang menyerah, serta menjalankan tugas dengan sungguh-sungguh. Karakter-karakter tersebut menunjukkan bahwa untuk meraih prestasi tertentu dibutuhkan kerja keras.

Penghargaan kepada mahasiswa berprestasi dapat diberikan berupa beasiswa atau mengikutsertakan mahasiswa tersebut dalam kejuaraan olimpiade matematika baik lokal, nasional maupun internasional. Penghargaan ini diberikan untuk memotivasi agar mahasiswa selalu aktif dan berprestasi. Beasiswa merupakan bantuan pendidikan yang ditujukan untuk meringankan biaya pendidikan sekaligus membantu memperbaiki tingkat pendidikan bangsa. Saat ini beasiswa banyak ditawarkan kepada mahasiswa yang kurang mampu dan mahasiswa berprestasi. Seperti yang tertuang dalam UUD 1945 pasal 31 ayat 1 yang berbunyi “bahwa tiap-tiap warga Negara berhak mendapatkan pengajaran”. Sehingga pemerintah pusat dan pemerintah daerah wajib memberikan kemudahan kepada warga Negara untuk mendapat pendidikan yang bermutu. Untuk mendapatkan pendidikan yang bermutu diperlukan biaya yang tidak sedikit. Oleh karena itu bagi peserta didik yang orangtuanya kurang mampu dan peserta didik yang berprestasi berhak mendapatkan biaya pendidikan yang biasanya sering disebut beasiswa.

Antisipasi agar beasiswa Bantuan Biaya pendidikan (BBP) dan Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) tersalurkan kepada yang berhak maka diperlukan suatu sistem pengambilan keputusan yang berdasarkan pada empat kriteria utama yaitu Penghasilan orang tua, tagihan SPP atau UKT, Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) dan semester minimal telah menjalani 3 semester dan maksimal 7 semester. Proses seleksi penerimaan beasiswa BBP dan PPA ini merupakan salah satu permasalahan yang sering diangkat sebab di khawatirkan penyaluran tidak tepat sasaran (Mayasari, 2013).

UIN Sumatera Utara Medan dalam menentukan mahasiswa berprestasi pada masing-masing program studi masih menggunakan prosedur manual dan belum menggunakan teknologi informasi. Untuk mengatasi masalah tersebut, peneliti melakukan pendekatan sistem pendukung keputusan (SPK). SPK dipilih karena yang dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan adalah suatu sistem rekomendasi penilaian berbasis teknologi yang mampu dengan cepat, tepat dan objektif memproses data pelamar mahasiswa berprestasi untuk mendapatkan beasiswa.

Dalam perkembangannya, Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang digunakan dalam menetapkan urutan peringkat, pilihan dan deteksi berkaitan dengan keputusan alternatif parameter yang efisien memenuhi beberapa kondisi tertentu (Amponsah *et. al*, 2012) adalah metode *Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation (Promethee)*. *Promethee* merupakan metode untuk menyelesaikan suatu kasus pengambilan keputusan yang termasuk dalam kategori MCDM (*Multi-criteria Decision Making*) dengan prinsip *outranking*. Peneliti menggunakan metode kombinasi *Fuzzy* dan *Promethee*. Sistem ini terbukti efektif mampu memberikan rekomendasi solusi terbaik.

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, peneliti mengusulkan sebuah penelitian dengan mengembangkan metode *Fuzzy-Promethee* dalam menyeleksi mahasiswa berprestasi penerima beasiswa. Metode *Fuzzy-Promethee* dipilih karena penggunaannya yang mudah diaplikasikan, sederhana, tepat dan cepat dalam proses perhitungannya. Metode *Fuzzy-Promethee* singkatan dari *Preference Rangking Organization Method for Enrichment Evaluation* adalah suatu metode kombinasi antara *Fuzzy* dan *Promethee* untuk penentuan urutan (prioritas) dalam

analisis multikriteria dan dapat memberikan penilaian secara lebih akurat dan objektif. Cara kerjanya adalah dengan memberikan bobot nilai terlebih dahulu pada setiap kriteria penilaian menggunakan *Fuzzy* baru kemudian diproses hasilnya menggunakan *Promethee*. Metode *Fuzzy-Promethee* digunakan karena dapat memecahkan permasalahan bersifat multikriteria dengan kemampuannya dalam proses penetapan nilai kriteria yang mengandung ketidakpastian dengan memperkenalkan bilangan *fuzzy* dan pada akhirnya akan dilakukan perangkingan berdasarkan urutan prioritas sesuai dengan perhitungan metode *Promethee* (Goumas, 2000).

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini terfokus pada pengembangan metode *fuzzy-promethee* untuk seleksi mahasiswa berprestasi. Dalam sistem seleksi mahasiswa berprestasi melibatkan banyak variabel kualitatif yang menjadi kriteria-kriteria penilaian dan harus dipilih kriteria paling baik dalam menentukan mahasiswa berprestasi. Pemilihan kriteria-kriteria terbaik untuk seleksi mahasiswa berprestasi menggunakan metode *Analytical Hierarchical Process* (AHP). Nilai-nilai dalam kriteria hasil proses AHP masih berbentuk data kualitatif yang kemudian harus melalui proses fuzzifikasi. Penelitian ini kemudian mengintegrasikan ketiga metode sehingga dihasilkan suatu sistem seleksi mahasiswa berprestasi yang terbaik.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem pendukung keputusan yang mempunyai kemampuan analisa penentuan mahasiswa berprestasi penerima beasiswa dengan menggunakan metode *Fuzzy-Promethee*. Selain itu, juga dilakukan rancang bangun aplikasi untuk mempermudah Program Studi Matematika khususnya dan Fakultas Sains dan Teknologi UIN SU Medan umumnya dalam mengambil keputusan mahasiswa berprestasi penerima beasiswa.

1.4. Manfaat / Kontribusi

Secara teoritis, penelitian ini dapat memperkaya literatur dalam menganalisis data multikriteria dan sistem pendukung keputusan dengan metode *Fuzzy-Promethee* dengan studi kasus pemilihan mahasiswa berprestasi penerima beasiswa. Sedangkan secara praktis, penelitian ini dapat digunakan untuk membangun sistem pemilihan mahasiswa berprestasi penerima beasiswa dengan teknologi informasi yang dapat digunakan oleh program studi maupun fakultas.

Bab 2

LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem pendukung keputusan merupakan kajian mengenai identifikasi dan pemilihan alternatif berdasarkan tingkat nilai preferensi yang menjadi acuan penilaian (Haris, 2000). Sistem Pendukung Keputusan melalui interaksi antara manusia dan komputer dirancang untuk membantu dalam membuat suatu keputusan bagi *decision maker* (pembuat keputusan) dengan tingkat keefektifitasan yang baik (Alter, 1980).

Bonczek *et al.*, (1981) mendefinisikan sistem pendukung keputusan sebagai sistem berbasis komputer yang terdiri dari tiga komponen yang saling berinteraksi. Sistem bahasa (mekanisme untuk memberikan komunikasi antara pengguna dan komponen sistem pendukung keputusan lain), sistem pengetahuan (repositori pengetahuan yang menjadi *domain* masalah yang ada pada sistem pendukung keputusan entah sebagai data atau sebagai *prosedure*), dan sistem pemrosesan masalah (hubungan anatara dua komponen lainnya, terdiri dari satu atau lebih kapabilitas manipulasi masalah umum yang diperlukan untuk pengambilan keputusan).

Sistem pendukung keputusan dapat meningkatkan optimasi pada layanan logistik dan membantu dalam menghasilkan keputusan yang efektif (Zhi and Zhao, 2014), dalam penelitian lainnya mengenai penilaian keefektifitasan kinerja dengan penggunaan sistem pendukung keputusan (Tal, 2014) dan efektifitas prediksi keuangan (Michael and Constantin, 2014) memberikan hasil keputusan akhir yang maksimal.

2.1.1 Proses Pengambilan Keputusan (SPK)

Dalam proses Sistem Pendukung Keputusan (SPK) terdapat tahap-tahap yang harus dilakukan. Adapun tahap-tahap

yang harus lakukan dalam proses pengambilan keputusan sebagai berikut (Tal, 2014):

1. Tahap pemahaman (*Intelligence Phase*)

Proses yang terjadi pada tahap ini adalah menemukan masalah klasifikasi masalah, penguraian masalah, dan kepemilikan masalah. Tahap ini merupakan proses penelusuran dan pendeteksian dari lingkup problematika serta proses pengenalan masalah. Data masukan diperoleh, diproses dan diuji dalam rangka mengidentifikasi masalah.

2. Tahap Perancangan (*Design Phase*)

Tahap ini meliputi pembuatan, pengembangan, dan analisis hal-hal yang mungkin untuk dilakukan. Termasuk juga pemahaman masalah dan pengecekan solusi yang layak dan model dari masalahnya dirancang, dites, dan divalidasi.

Tugas-tugas yang ada pada tahap ini yaitu:

- a. Komponen-komponen model
- b. Struktur model
- c. Seleksi prinsip-prinsip pemilihan (kriteria evaluasi)
- d. Pengembangan (penyediaan) alternatif
- e. Prediksi hasil
- f. Pengukuran hasil
- g. Skenario

3. Tahap Pemilihan (*Choice Phase*)

Ada dua tipe pendekatan pemilihan, yaitu:

- a. Teknis analitis yaitu menggunakan perumusan matematis
- b. Algoritma menguraikan proses langkah demi langkah

4. Implementasi (*Implementation Phase*)

Tahap ini dilakukan penerapan terhadap rancangan sistem yang telah dibuat pada tahap perancangan serta pelaksanaan alternatif tindakan yang telah dipilih pada tahap pemilihan.

2.1.2 Langkah-langkah membangun sistem pendukung keputusan (SPK)

Langkah-langkah yang diperlukan dalam membangun Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dapat dijelaskan dalam delapan tahapan sebagai berikut:

1. Perencanaan

Pada tahap ini, yang penting dilakukan adalah perumusan masalah serta penentuan tujuan dibangunnya sistem pendukung keputusan. Langkah ini merupakan langkah awal yang sangat penting karena menentukan pemilihan jenis sistem pendukung keputusan yang dirancang serta metode pendekatan yang digunakan.

2. Penelitian

Berhubungan dengan pencarian data serta sumber daya yang tersedia, lingkungan sistem pendukung keputusan.

3. Analisis

Dalam tahap ini termasuk penentuan teknik pendekatan yang dilakukan serta sumber daya yang dibutuhkan.

4. Perancangan

Pada tahap ini dilakukan perancangan dari ketiga subsistem sistem pendukung keputusan yaitu subsistem basis data, subsistem model, dan subsistem dialog.

5. Konstruksi

Tahap ini merupakan kelanjutan dari perancangan, dimana ketiga subsistem yang dirancang digabungkan menjadi suatu sistem pendukung keputusan.

6. Implementasi

Tahap ini merupakan penerapan sistem pendukung keputusan yang dibangun. Pada tahap ini terdapat beberapa tugas yang harus dilakukan yaitu *testing*, *evaluasi*, *penampilan*, *orientasi*, *pelatihan* dan *penyebaran*.

7. Pemeliharaan

Merupakan tahap yang harus dilakukan secara terus-menerus untuk mempertahankan keandalan sistem.

8. Adaptasi

Dalam tahap ini dilakukan pengulangan terhadap-tahapan diatas sebagai tanggapan terhadap kebutuhan pemakai

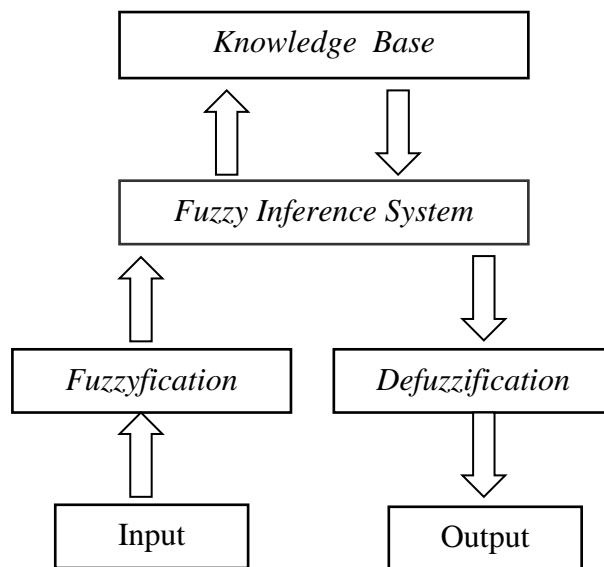
2.2 *Fuzzy Logic*

2.2.1 Logika *fuzzy*

Dasar logika *fuzzy* menggunakan teori himpunan *fuzzy* yang mana peranan derajat keanggotaan dari sebuah nilai yang kemudian digunakan untuk menentukan hasil yang ingin dicapai berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan. Semenjak diperkenalkan pada tahun 1965 himpunan *fuzzy* dan logika *fuzzy*

semakin banyak diminati oleh para peneliti baik untuk diaplikasikan pada bidang ilmu tertentu, maupun dilakukan pengembangan terhadap konsep yang telah diberikan. Seperti halnya proses pengambilan keputusan dalam sistem pendukung keputusan tidak luput dari pengaplikasian logika *fuzzy*.

Pada dasarnya, ada tiga pendekatan untuk mencari nilai bobot atribut dalam sistem pendukung keputusan, yaitu dengan pendekatan *subyektif*, pendekatan *obyektif* dan pendekatan *integrasi* antara *subyektif* dan *obyektif* (menurut Zhipping dalam Kusumadewi, 2006). Masing-masing pendekatan memiliki kelebihan dan kelemahan. Pada pendekatan *subyektif*, nilai bobot ditentukan berdasarkan subyektifitas dari para pengambil keputusan, sehingga beberapa faktor dalam proses perbandingan alternatif bisa ditentukan secara bebas. Sedangkan pada pendekatan *obyektif*, nilai bobot dihitung secara matematis sehingga mengabaikan subyektifitas dari pengambil keputusan. Skema dasar dari *fuzzy logic* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema Dasar *Fuzzy Logic*

2.3 Himpunan Fuzzy

Teori yang terkait dengan himpunan yang nilai derajat keanggotaannya berubah secara bertahap adalah teori himpunan *fuzzy* yang diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1978. Himpunan *fuzzy* digunakan memetakan nilai – nilai yang bersifat tidak pasti. Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item memiliki dua kemungkinan, yaitu satu (1) yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau nol (0) yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan. Pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1, yang berarti himpunan *fuzzy* dapat mewakili *intrepretasi* tiap nilai berdasarkan pendapat, keputusan dan probabilitasnya. Nilai 0 menunjukkan salah dan nilai 1 menunjukkan benar dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah (Zadeh, 1978).

Input *fuzzy* berupa bilangan *crisp* (tegas) yang dinyatakan dalam himpunan input. *Fuzzifikasi* merupakan proses untuk mengubah bilangan *crisp* menjadi nilai keanggotaan dalam himpunan *fuzzy*. *Fuzzy inference system* merupakan bagian pengambilan kesimpulan (*reasoning*) dan keputusan. *Knowledge base* berisi aturan-aturan yang biasanya dinyatakan dengan perintah IF THEN....

Fungsi keanggotaan ($\mu_f = \text{membership function}$) merupakan suatu kurva yang menunjukkan pemetaan antara titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan).

Ambil U sebagai semesta dari himpunan objek $\{u\}$. Himpunan *fuzzy* F dalam semesta pembicaraa U dinyatakan dalam nilai keanggotaan μ_f yang mempunyai interval nilai $[0,1]$. Himpunan *fuzzy* biasanya dinyatakan dengan:

$$F = \{(u, \mu_f(u)) | u \in U\} \quad (1)$$

jika U kontinu maka himpunan F dapat ditulis dengan :

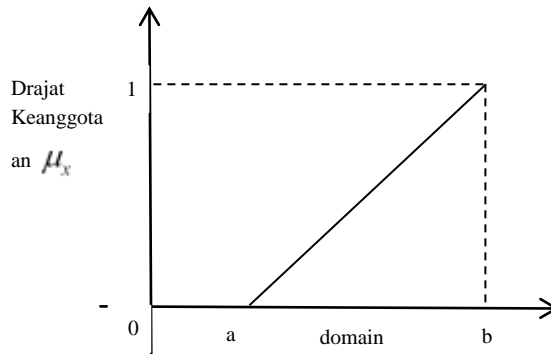
$$F = \int \mu_f(u) / u \quad (2)$$

jika U diskrit maka himpunan F dapat ditulis dengan:

$$F = \sum \mu_f(u_i) / u_i \quad (3)$$

2.4 Fungsi Keanggotaan

2.4.1 Representasi linear naik



Gambar 2.2. Representasi Linear Naik

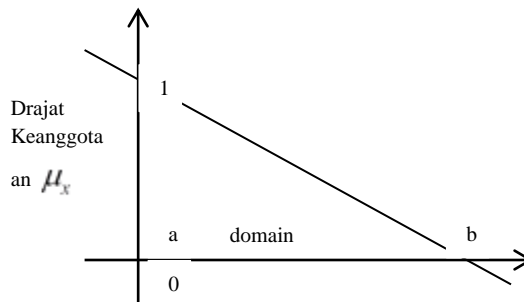
Kenaikan himpunan dimulai pada nilai dominan yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak kanan menuju kenilai dominan yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Berikut rumus fungsi keanggotaan representasi *linier* naik (Geldermann, 2000).

$$\mu_x = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & x \geq b \end{cases} \quad (4)$$

Dimana:

- x = nilai inputan
- a = batas minimal himpunan *fuzzy*
- b = batas maksimal himpunan *fuzzy*

2.4.2 Representasi linear turun



Gambar 2.3. Representasi Linear Turun

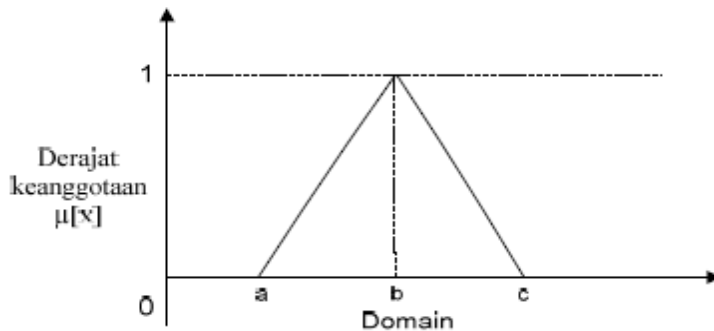
Pada representasi linier turun garis lurus dimulai dari nilai dominan dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai dominan yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. Berikut rumus fungsi keanggotaan representasi linier turun (Geldermann, 2000)..

$$\mu_x = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 0 & x \geq b \end{cases} \quad (5)$$

Dimana:

- x = nilai inputan
- a = batas minimal himpunan *fuzzy*
- b = batas maksimal himpunan *fuzzy*

2.4.3 Representasi kurva segitiga



Gambar 2.4. Representasi Kurva Segitiga

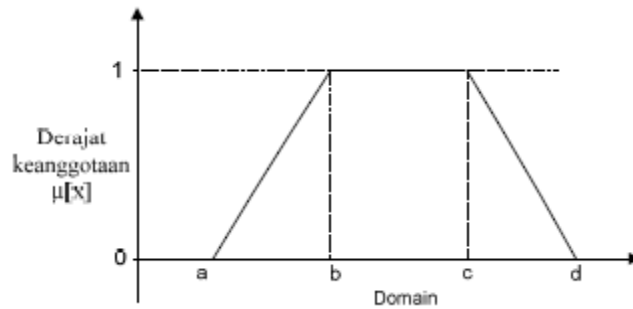
Pada representasi kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis linier. Berikut fungsi keanggotaan dan rumus representasi kurva segitiga (Geldermann, 2000).

$$\mu_x = \begin{cases} 0 & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ (b-x)/(c-b) & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (6)$$

Dimana:

- x = nilai inputan
- a = batas minimal himpunan *fuzzy* segitiga kiri
- b = batas maksimal dan minimal himpunan *fuzzy* segitiga kiri dan kanan
- c = batas minimal himpunan *fuzzy* segitiga kanan

2.4.4 Representasi kurva trapesium



Gambar 2.5. Representasi Kurva Trapesium

Kurva Segitiga pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Berikut fungsi keanggotaan dan rumus representasi kurva trapesium (Geldermann, 2000).

$$\mu_x = \begin{cases} 0 & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & x \geq d \end{cases} \quad (7)$$

Dimana:

- x = nilai inputan
- a = batas minimal himpunan *fuzzy* segitiga kiri
- b = batas maksimal himpunan *fuzzy* segitiga kiri
- c = batas minimal himpunan *fuzzy* segitiga kanan
- d = batas maksimal himpunan *fuzzy* segitiga kanan

2.5 Metode *Analytical Hierarchical Process* (AHP)

2.5.1 Prinsip – prinsip Dasar *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Analytic Hierarchy Process (AHP) yang dikembangkan oleh *Thomas Saaty* pada tahun 1970-an merupakan suatu metode dalam pemilihan alternatif-alternatif dengan melakukan penilaian komparatif berpasangan sederhana yang digunakan untuk mengembangkan prioritas-prioritas secara keseluruhan berdasarkan ranking.

AHP adalah prosedur yang berbasis matematis yang sangat baik dan sesuai untuk evaluasi atribut-atribut kualitatif. Atribut-atribut tersebut secara matematik dikuantitatif dalam satu set perbandingan berpasangan, yang kemudian digunakan untuk mengembangkan prioritas-prioritas secara keseluruhan untuk penyusunan alternatif-alternatif pada urutan ranking / prioritas.

Kelebihan AHP dibandingkan dengan metode yang lainnya karena adanya struktur yang berhirarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai kepada sub- sub kriteria yang paling mendetail. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh para pengambil keputusan (*Saaty, 1990*).

Karena menggunakan input persepsi manusia, model ini dapat mengolah data yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Jadi kompleksitas permasalahan yang ada di sekitar kita dapat didekati dengan baik oleh model AHP ini. Selain itu AHP mempunyai kemampuan untuk memecahkan masalah yang multi-objektif dan multi- kriteria yang didasarkan pada perbandingan preferensi dari setiap elemen dalam hierarki. Jadi model ini merupakan suatu model pengambilan keputusan yang komperehensif.

Ada beberapa prinsip yang harus dipahami dalam menyelesaikan persoalan dengan AHP, diantaranya adalah : *decomposition, comparative judgement, synthesis of priority* dan *logical consistency* (*Sri Mulyono, 2007 : 220*).

2.5.2 *Decomposition*

Setelah persoalan didefinisikan, maka perlu dilakukan *decomposition* yaitu memecah persoalan yang utuh menjadi unsur-unsurnya. Jika ingin mendapatkan hasil yang akurat,

pemecahan juga dilakukan terhadap unsur-unsurnya sampai tidak mungkin dilakukan pemecahan lebih lanjut, sehingga didapatkan beberapa tingkatan dari persoalan tadi. Karena alasan ini, maka proses analisis ini dinamakan hirarki (*hierarchy*). Ada dua jenis hirarki yaitu lengkap dan tak lengkap. Dalam hirarki lengkap, semua elemen pada suatu tingkat memiliki semua elemen yang ada pada tingkat berikutnya. Jika tidak demikian, dinamakan hirarki tak lengkap.

2.5.3 *Comparative Judgement*

Prinsip ini berarti membuat penilaian tentang kepentingan relatif dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkat di atasnya. Penilaian ini merupakan inti dari AHP, karena ia akan berpengaruh terhadap prioritas elemen- elemen. Hasil dari penilaian ini akan tampak lebih baik bila disajikan dalam bentuk matriks yang dinamakan matriks *pairwise comparison*. Pertanyaan yang biasa diajukan dalam penyusunan skala kepentingan adalah :

- a. Elemen mana yang lebih (penting/disukai/mungkin)? dan
- b. Berapa kali lebih (penting/disukai/mungkin)?

Agar diperoleh skala yang bermanfaat ketika membandingkan dua elemen, seseorang yang akan memberikan jawaban perlu pengertian menyeluruh tentang elemen-elemen yang dibandingkan dan relevansinya terhadap kriteria atau tujuan yang dipelajari. Dalam penyusunan skala kepentingan ini, digunakan acuan seperti pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Skala prioritas dalam AHP

Nilai Numerik	Tingkat Kepentingan (<i>Preference</i>)
1	Sama pentingnya (<i>Equal Importance</i>)
2	Sama hingga Sedikit Lebih penting
3	Sedikit Lebih penting (<i>Slightly more</i>
4	Sedikit Lebih hingga Jelas lebih penting
5	Jelas lebih penting (<i>Materially more</i>
6	Jelas hingga Sangat jelas lebih penting
7	Sangat jelas lebih penting (<i>Significantly more</i>

Nilai Numerik	Tingkat Kepentingan (<i>Preference</i>)
8	Sangat jelas hingga Mutlak lebih penting
9	Mutlak lebih penting (<i>Absolutely more</i>

Dalam penilaian kepentingan relatif dua elemen berlaku aksioma *reciprocal* artinya jika elemen i dinilai 3 kali lebih penting daripada j, maka elemen j harus sama dengan 1/3 kali pentingnya dibanding elemen i. Disamping itu perbandingan dua elemen yang sama akan menghasilkan angka 1, artinya sama pentingnya.

2.5.4 Synthesis of Priority

Dari setiap *pairwise comparison* kemudian dicari *eigen vectornya* untuk mendapatkan *local priority*. Karena matriks *pairwise comparison* terdapat pada setiap tingkat, maka untuk mendapatkan *global priority* harus dilakukan sintesa diantara *local priority*. Prosedur melakukan sintesis berbeda menurut bentuk hirarki. Pengurutan elemen-elemen menurut kepentingan relatif melalui prosedur sintesa dinamakan *priority setting*.

2.5.5 Logical Consistency

Konsistensi memiliki dua makna. Pertama adalah bahwa objek-objek yang serupa dapat dikelompokkan sesuai dengan keseragaman dan relevansi. Kedua adalah menyangkut tingkat hubungan antara objek-objek yang didasarkan pada kriteria tertentu.

2.5.6 Jenis-Jenis Analytical Hierarchical Process (AHP)

1. *Single-criteria*
Pilih satu alternative dengan satu kriteria. Pengambilan keputusan yang melibatkan satu/lebih alternatif dengan satu kriteria.
2. *Multi-criteria*
Pengambilan keputusan yang melibatkan satu/lebih alternative dengan lebih dari satu kriteria. Pilih satu alternative dengan banyak kriteria.

2.5.7 Prosedur *Analytical Hierarchical Process* (AHP)

Pada dasarnya, langkah-langkah prosedur dalam metode AHP meliputi:

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan, lalu menyusun hirarki dari permasalahan yang dihadapi. Penyusunan hirarki adalah dengan menetapkan tujuan yang merupakan sasaran sistem secara keseluruhan pada level teratas.
2. Menentukan prioritas elemen
 - a. Langkah pertama dalam menentukan prioritas elemen adalah membuat perbandingan berpasangan sesuai dengan kriteria yang diberikan.
 - b. Matriks perbandingan berpasangan diisi menggunakan bilangan untuk mempresentasikan kepentingan relative dari suatu elemen terhadap elemen yang lain.
3. Mengukur konsistensi

Dalam pembuatan keputusan , penting untuk mengetahui seberapa baik konsistensi yang ada karena kita tidak menginginkan keputusan berdasarkan pertimbangan dengan konsistensi yang rendah. Hal-hal yang dilakukan dalam langkah ini adalah sebagai berikut:

 - a. Kalikan setiap nilai pada kolom pertama dengan prioritas relatif elemen pertama, nilai pada kolom kedua dengan prioritas relative elemen kedua dan seterusnya.
 - b. Jumlahkan setiap baris
 - c. Hasil dari penjumlahan baris dibagi dengan elemen prioritas relative yang bersangkutan
 - d. Jumlahkan hasil bagi di atas dengan banyaknya elemen yang ada, hasilnya disebut λ_{maks} .
4. Hitung Consistensi Index (CI) dengan rumus:
$$CI = (\lambda_{maks} - n)/n$$

n = banyaknya elemen
5. Penilaian Kriteria dan Alternatif

2.6 Metode *Promethee*

2.6.1 Konsep Metode *Promethee*

Metode *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (Promethee)* merupakan satu dari beberapa metode penentuan urutan atau prioritas dalam analisis multikriteria (Cavallaro, 2005). Metode *promethee* mampu mengakomodir kriteria pemilihan yang bersifat kuantitatif dan kualitatif. Masalah utamanya adalah kesederhanaan, kejelasan dan kestabilan. Dugaan dari dominasi antar alternatif terhadap suatu kriteria yang digunakan dalam metode *promethee* adalah penggunaan nilai dalam hubungan antar nilai perankingan antar alternatif. (Suryadi dan Ramdhani, 2002).

Masalah pembuatan keputusan dengan multikriteria dapat dituliskan sebagai berikut (Hunjak, 1997):

$$\max \{f_1(a), f_2(a), \dots, f_k(a) : a \in A\} \quad (8)$$

Tabel 2.1. Data Dasar Evaluasi (Hunjak, 1997)

	$f_1(.)$	$f_2(.)$	...	$f_j(.)$	...	$f_k(.)$
	w_1	w_2	...	w_j	...	w_k
a_1	$f_1(a_1)$	$f_2(a_1)$	...	$f_j(a_1)$	...	$f_k(a_1)$
a_2	$f_1(a_2)$	$f_2(a_2)$	...	$f_j(a_2)$	...	$f_k(a_2)$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
a_i	$f_1(a_i)$	$f_2(a_i)$	...	$f_j(a_i)$	...	$f_k(a_i)$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
a_n	$f_1(a_n)$	$f_2(a_n)$	...	$f_j(a_n)$	...	$f_k(a_n)$

Jika A adalah himpunan dari alternatif pilihan yang mungkin terjadi, f_1, f_2, \dots, f_k adalah kriteria yang mana telah dievaluasi sebelumnya. Apabila semua kriteria memiliki tingkat kepentingan yang tidak sama, pembobotannya dapat ditandai dengan w_1, w_2, \dots, w_k .

Promethee dapat dijelaskan dalam tiga tahapan :

- Mengumpulkan semua struktur preferensi.

Memaparkan kriteria yang dijadikan untuk mendapatkan pertimbangan dari rentang deviasi dalam penilaian sebuah alternatif dari tiap kriteria yang ada.

- Mengumpulkan relasi yang dominan.

Relasi *outranking* dibuat sesuai dengan estimasi dari alternatif dari semua kriteria. Total tingkatan dari preferensi adalah suatu alternatif yang mana mendominasi dari hitungan untuk masing-masing pasangan alternatif yang lain.

c. Analisis keputusan

Metode *Promethee* I memberikan sebuah peringkat sebagian dimana nilai terbesar pada *leaving flow* dan nilai kecil dari *entering flow* merupakan alternatif yang terbaik. *Promethee* I menampilkan *partial ranking* (PI, II, RI) dengan mempertimbangkan interseksi dari dua *preorder*.

Partial ranking ditujukan kepada pembuat keputusan, untuk membantu pengambilan keputusan masalah yang dihadapinya. Dengan menggunakan metode *Promethee* I masih menyisakan bentuk *incomparable* atau dengan kata lain hanya menghasilkan solusi *partial ranking* (sebagian). Jika pembuat keputusan menginginkan solusi komplit maka hendaknya menggunakan *promethee* II.

Metode *promethee* II akan memberikan peringkat yang komplit dari himpunan A. Dalam kasus *complete ranking* dalam K adalah penghindaran dari bentuk *incomparable*, *Promethee* II *complete preorder* (PII, III) disajikan dalam bentuk *net flow*. Melalui *complete ranking*, informasi bagi pembuat keputusan lebih realistik karena dapat membuat perbandingan terhadap semua alternatif yang muncul (Hunjak, 1997).

2.6.2 Fungsi Preferensi Kriteria

Untuk memberikan gambaran yang lebih baik terhadap area yang tidak sama digunakan fungsi selisih nilai kriteria antar alternatif $H(d)$ dimana hal ini mempunyai hubungan langsung dengan fungsi preferensi P . Dalam metode *promethee* disajikan 6 (enam) fungsi preferensi kriteria (Chou *et. al*, 2004).

a. Kriteria Biasa (*Usual Criterion*)

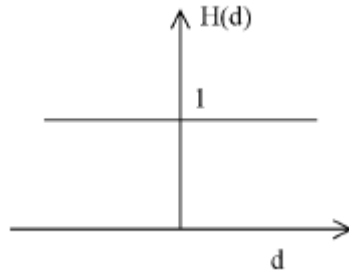
Tipe *Usual* adalah tipe dasar, yang tidak memiliki nilai *threshold* atau kecenderungan dan tipe ini jarang digunakan.

$$H(d) = \begin{cases} 0 & d = 0 \\ 1 & |d| > 0 \end{cases} \quad (9)$$

$H(d)$: Fungsi selisih kriteria antar alternatif

d : Selisih nilai kriteria $d = \{f(a) - f(b)\}$

Fungsi $H(d)$ untuk fungsi preferensi di gambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.6. Kriteria Biasa (Chou *et. al*, 2004)

b. Kriteria *Quasi* (*Quasi Criterion*)

Kriteria *Quasi* sering digunakan dalam penilaian suatu data dari segi kualitas atau mutu.

$$H(d) = \begin{cases} 0 & |d| \leq q \\ 1 & |d| > q \end{cases} \quad (10)$$

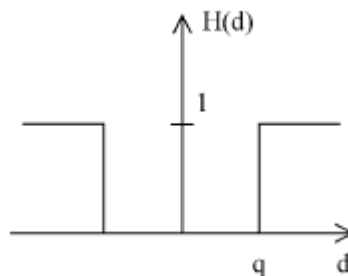
$H(d)$: Fungsi selisih kriteria antar alternatif

d : Selisih nilai kriteria $d = \{f(a) - f(b)\}$

Parameter (q) : Harus merupakan nilai yang tetap

Dua alternatif memiliki preferensi yang sama penting selama selisih atau nilai $H(d)$ dari masing-masing alternatif untuk kriteria tertentu tidak melebihi nilai q , dan apabila selisih hasil evaluasi untuk masing-masing alternatif melebihi nilai q maka terjadi bentuk preferensi mutlak.

Fungsi $H(d)$ untuk fungsi preferensi di gambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.7. Kriteria *Quasi* (Chou *et. al*, 2004)

c. Kriteria Preferensi Linier (*Preference Linear Criterion*)

Kriteria Linier sering digunakan dalam penilaian dari segi kuantitatif atau banyaknya jumlah.

$$H(d) = \begin{cases} \frac{|d|}{p} & |d| \leq p \\ 1 & |d| > p \end{cases} \quad (11)$$

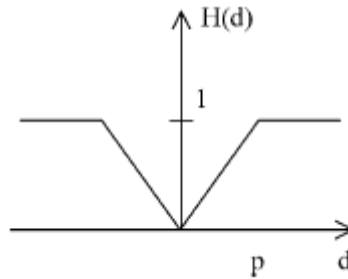
$H(d)$: Fungsi selisih kriteria antar alternatif

d : Selisih nilai kriteria $d = \{f(a) - f(b)\}$

p : Nilai kecenderungan atas

Kriteria preferensi linier dapat menjelaskan bahwa selama nilai selisih memiliki nilai yang lebih rendah dari p , preferensi dari pembuat keputusan meningkat secara linier dengan nilai d . Jika nilai d lebih besar dibandingkan dengan nilai p , maka terjadi preferensi mutlak.

Fungsi $H(d)$ untuk fungsi preferensi di gambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.8. Kriteria Preferensi Linier (Chou *et. al*, 2004)

d. Kriteria Level (*Level Criterion*)

Kriteria ini mirip dengan tipe *Quasi* yang sering digunakan dalam penilaian suatu data dari segi kualitas atau mutu.

$$H(d) = \begin{cases} 0 & |d| \leq q \\ \frac{1}{2} & q < |d| \leq p \\ 1 & |d| > p \end{cases} \quad (12)$$

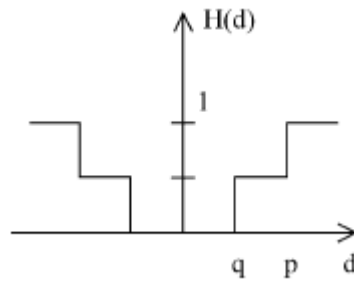
$H(d)$: Fungsi selisih kriteria antar alternatif

p : Nilai kecenderungan atas

Parameter (q) : Harus merupakan nilai yang tetap

Jika $|d|$ berada diantara nilai q dan p , hal ini berarti situasi preferensi yang lemah $H(d) = 0,5$.

Fungsi $H(d)$ untuk fungsi preferensi di gambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.9. Kriteria Level (Chou *et. al*, 2004)

- e. Kriteria Preferensi Linier Dan Area Yang Tidak Berbeda
Kriteria Preferensi Linier juga mirip dengan tipe *Linear* yang seringkali digunakan dalam penilaian dari segi kuantitatif atau banyaknya jumlah.

$$H(d) = \begin{cases} 0 & |d| \leq q \\ \frac{|d| - q}{p - q} & q < |d| \leq p \\ 1 & |d| > p \end{cases} \quad (13)$$

$H(d)$: Fungsi selisih kriteria antar alternatif

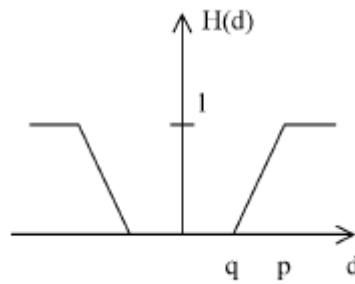
d : Selisih nilai kriteria $d = \{f(a) - f(b)\}$

Parameter (p) : nilai kecenderungan atas.

Parameter (q) : Harus merupakan nilai yang tetap

Peningkatan preferensi secara linier tidak berbeda hingga preferensi mutlak dalam area antar dua kecenderungan q dan p .

Fungsi $H(d)$ untuk fungsi preferensi di gambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.10. Kriteria preferensi linier dan area yang tidak berbeda (Chou *et. al*, 2004)

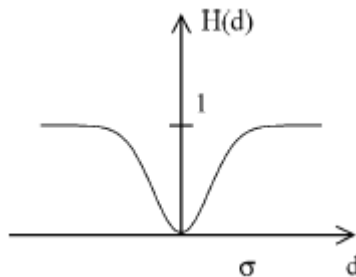
f. Kriteria *Gaussian* (*Gaussian Criterion*)

Tipe *Gaussian* sering digunakan untuk mencari nilai aman atau titik aman pada data yang bersifat *continue* atau berjalan terus.

$$H(d) = 1 - \exp\left(-\frac{d^2}{2\sigma^2}\right) \quad (14)$$

Fungsi ini bersyarat apabila telah ditentukan nilai σ , dimana dapat dibuat berdasarkan distribusi normal dalam statistik. Disini preferensi pengambil keputusan meningkat secara linier dari kondisi *indifference* ke preferensi mutlak diarea antara q dan p .

Fungsi $H(d)$ untuk fungsi preferensi di gambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.11. Kriteria Level (Chou *et. al*, 2004)

2.6.3 Algoritma Metode *Promethee*

Metode *outranking Promethee* menawarkan cara analisis multikriteria yang dicirikan oleh kesederhanaan dan kejelasan kepada pembuat keputusan. Semua parameter yang digunakan memiliki makna nyata, sehingga pembuat keputusan dapat segera menafsirkannya. Untuk preferensi pemodelan matematika, kriteria umum dapat didefinisikan secara khusus oleh pembuat keputusan untuk setiap kriteria f_k yang dipertimbangkan.

$$p_k \left(f_k(a_1) - f_k(a_i) \right) = p_k(d) \in [[0,1]] \quad (15)$$

Algoritma untuk *Promethee* dapat diuraikan sebagai berikut (J.Geldermann, 2000):

- (1) Tentukan untuk setiap kriteria f_k fungsi preferensi umum $p_k(d)$ (lihat Gambar 6).
- (2) Tentukan vektor yang berisi bobot, yang merupakan ukuran untuk setiap kriteria relatif $w^T = [w_1, \dots, w_k]$. Jika semua kriteria memiliki kepentingan yang sama dalam pendapat pembuat keputusan, semua bobot dapat dianggap sama.

Normalisasi bobot $\sum_{k=1}^K w_k = 1$ belum tentu diperlukan.

- (3) Tentukan semua alternatif $a_i, a_j \in A$ *Outranking-Relation* π :

$$\pi : \begin{cases} A \times A \rightarrow [0,1] \\ \pi(a_i, a_j) = \sum_{k=1}^K w_k \cdot p_k \left(f_k(a_i) - f_k(a_j) \right) \end{cases}$$

Indeks preferensi $\pi(a_i, a_j)$ adalah ukuran untuk intensitas preferensi pembuat keputusan untuk suatu alternatif a_i dibandingkan dengan alternatif a_j untuk pertimbangan simultan dari semua kriteria. Pada dasarnya rata-rata bobot dari fungsi preferensi $p_k(d)$ dan dapat direpresentasikan sebagai nilai outranking graph (lihat Gambar 2.7).

- (4) Sebagai ukuran untuk alternatif kekuatan $a_i \in A$, *leaving*

$$\text{flow dihitung dengan } \Phi^+(a_i) = \frac{1}{T-1} \sum_{\substack{i'=1 \\ i' \neq i}}^n \pi(a_i, a_{i'})$$

Leaving flow jumlah dari nilai-nilai busur yang meninggalkan simpul a dan karena itu menghasilkan suatu ukuran dari karakter *outranking* pada a_i .

- (5) Sebagai ukuran alternatif kelemahan $a_i \in A$, *entering flow* dihitung, mengukur karakter *outpranked* dari a_i (analogikan dengan *leaving flow*):

$$\Phi^-(a_i) = \frac{1}{T-1} \cdot \sum_{\substack{i'=1 \\ i' \neq i}}^n \pi(a_{i'}, a_i)$$

- (6) Sebuah evaluasi grafik dari hubungan *outranking* diperoleh: pada dasarnya, semakin tinggi *leaving flow* dan semakin rendah *entering flow* maka semakin baik aksinya. Hasil ini secara grafis diwakili oleh sebuah *partial preorder* (*Promethee I*) atau sebuah *complete order* (*Promethee II*).

Promethee I partial preorder ditentukan oleh perbandingan antara *leaving* dan *entering flow* berutang oleh suatu persimpangan dengan cara merepresentasi preferensi kelemahan dan ketidakakuratan dari alternatif-alternatif. Dalam *outranking graph*, sebuah busur mengarah dari alternatif a_i ke $a_{i'}$, jika a_i lebih disukai dari $a_{i'}$. Pada gambar 8, alternatif a_1 mendominasi semua alternatif lainnya. Jika tidak ada busur di antara dua alternatif, maka ini tidak dapat dibandingkan satu sama lain (misalnya a_2 dan a_6). Dalam kasus tak berbeda, busurnya tidak menunjuk (a_2 dan a_4).

Dalam kasus *complete preorder* diminta, *Promethee II* menghasilkan apa yang disebut *net-flow* sebagai perbedaan dari *leaving* dan *entering flows* yang menghindari ketidakakuratan apapun:

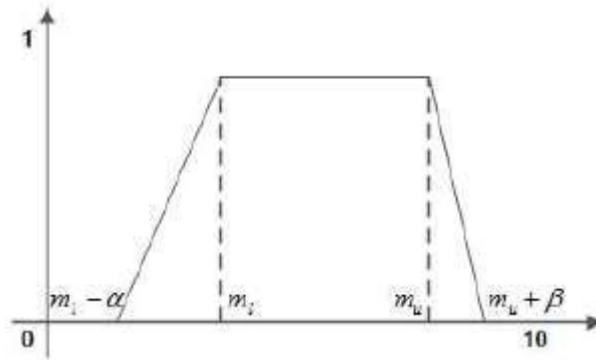
$$\Phi^{net}(a_i) = \Phi^+(a_i) - \Phi^-(a_i)$$

Namun, *partial preorder* yang diperoleh dengan *Promethee I* mungkin berisi informasi yang lebih realistis melalui indikasi ketidakakuratan. Ini sangat penting untuk pengambilan keputusan dalam konteks masalah lingkungan. Dengan bantuan representasi grafik, kelompok-kelompok alternatif dapat diturunkan sehingga kelompok teknik terbaik dapat diidentifikasi.

2.7 Metode Fuzzy-Promethee

2.7.1 Konsep Metode Fuzzy-Promethee

Metode *Fuzzy-Promethee* yang dikembangkan oleh J. Geldermann, dkk. (2000), dimana memperluas metode *Promethee* dengan mempertimbangkan input yang mengandung informasi ketidakpastian yang dimodelkan dengan bilangan *fuzzy*. Penggunaan bilangan *fuzzy* tidak hanya terdapat pada skor evaluasi alternatif terhadap suatu kriteria ($f_j(a_i)$), tetapi juga pada skor evaluasi bobot tiap kriteria (w_j).



Gambar 2.12. Representasi Kurva Fuzzy Trapesium Interval

Fungsi keanggotaan untuk *fuzzy* trapesium interval secara matematika ditulis:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x \leq m_l - \alpha \text{ atau } m_u + \beta \leq x \\ 1 - \frac{m_l - x}{\alpha} & \text{untuk } m_l - \alpha < x < m_l \\ 1 & \text{untuk } m_l \leq x \leq m_u \\ 1 - \frac{x - m_u}{\beta} & \text{untuk } m_u < x \leq m_u + \beta \end{cases}$$

Dimana α dan β merupakan sebaran kiri dan sebaran kanan dari *fuzzy* trapesium interval, dan dengan interval $[m_l, m_u]$ dimana m_l dan m_u sebagai batas bawah dan batas atas dari angka yang mengandung kepastian dari beberapa set variabel yang ada. *Fuzzy* trapesium interval ini dinyatakan dengan notasi $M = (m_l, m_u, \alpha, \beta)_{LR}$. Bilangan segitiga *fuzzy* adalah kasus spesifik dari *fuzzy* trapesium interval dengan $m_l = m_u$ dan bilangan *crisp* n dapat dirumuskan dengan $m_l = m_u = n$ dan $\alpha = \beta = 0$. Operasi aljabarnya dinyatakan dengan:

Penjumlahan:

$$\begin{aligned}\tilde{M} \oplus \tilde{N} &= (m_l, m_u, \alpha, \beta)_{LR} \oplus (n_l, n_u, \gamma, \delta)_{LR} \\ &= (m_l + n_l, m_u + n_u, \alpha + \beta, \gamma + \delta)_{LR}\end{aligned}$$

Invers:

$$-\tilde{M} = -(m_l, m_u, \alpha, \beta)_{LR} = (-m_u, -m_l, \beta, \alpha)_{LR}$$

Pengurangan:

$$\begin{aligned}\tilde{M} \ominus \tilde{N} &= (m_l, m_u, \alpha, \beta)_{LR} \ominus (n_l, n_u, \gamma, \delta)_{LR} \\ &= (m_l - n_l, m_u - n_u, \alpha + \delta, \beta + \gamma)_{LR}\end{aligned}$$

Perkalian:

$$\begin{aligned}\tilde{M} \otimes \tilde{N} &= (m_l, m_u, \alpha, \beta)_{LR} \otimes (n_l, n_u, \gamma, \delta)_{LR} \\ &\approx (m_l.n_l, m_u.n_u, m_l\beta + n_l\alpha - \alpha\gamma, m_u\delta + n_u\beta + \beta\delta)_{LR}\end{aligned}$$

2.8 Algoritma *Fuzzy-Promethee* (F- *Promethee*)

Penggandaan bilangan *fuzzy* dari tipe L-R yang sama tidak menghasilkan secara umum jenis fungsi referensi yang sama. Namun, jika penyebaran bilangan *fuzzy* trapesium adalah kecil cukup dibandingkan dengan batas bawah dan atas dari interval *fuzzy*, pendekatan (perkalian) dapat digunakan.

Dengan syarat-syarat ini, mungkin untuk mendesain ulang algoritma *Fuzzy-Promethee* (F-*Promethee*) yakni (J. Geldermann, 2000):

- (F1) Tentukan untuk setiap kriteria f_k merupakan fungsi preferensi umum $p_k(d)$
- (F2) Tentukan vektor yang berisi bobot *fuzzy* (yang tidak perlu dinormalisasi ke $\sum_{k=1}^K \tilde{w}_k = 1$):

$$\tilde{w}^T = [\tilde{w}_1; \dots; \tilde{w}_K] \text{ dengan } \tilde{w}^T = (m_l^w, m_u^w; \alpha^w; \beta^w)_{LR}$$

- (F3) Tentukan semua alternatif $a_i, a_{i'} \in A$ *Fuzzy Outranking-Relation* $\tilde{\pi}$:

$$\tilde{\pi}: \begin{cases} A \times A \rightarrow [0,1] \\ \tilde{\pi}(a_i, a_{i'}) = \sum_{k=1}^K \tilde{w}_k \otimes p_k(\tilde{f}_k(a_i) - \tilde{f}_k(a_{i'})) \end{cases}$$

Dengan $\tilde{f}_k(a_i) = (m_l; m_u; \alpha; \beta)_{LR}$ dan $\tilde{f}_k(a_{i'}) = (n_l; n_u; \gamma; \delta)_{LR}$, tingkat preferensi untuk perbandingan alternatif a_i dan $a_{i'}$ dengan kriteria f_k dapat diturunkan (untuk perpanjangan preferensi dari bilangan real ke interval *fuzzy*, lihat gambar 9).

- (F4) Sebagai ukuran untuk alternatif kekuatan $a_i \in A$, *fuzzy leaving flow* $\Phi^+(a_i)$ dihitung dengan:

$$\tilde{\Phi}^+(a_i) = \frac{1}{T-1} \cdot \sum_{\substack{i'=1 \\ i' \neq i}}^T \tilde{\pi}(a_i, a_{i'})$$

- (F5) Sebagai ukuran alternatif kelemahan $a_i \in A$, *fuzzy entering flow* $\Phi^-(a_i)$ dihitung, dengan:

$$\tilde{\Phi}^-(a_i) = \frac{1}{T-1} \cdot \sum_{\substack{i'=1 \\ i' \neq i}}^T \tilde{\pi}(a_{i'}, a_i)$$

(F6) Sebuah evaluasi grafik dari hubungan *outranking*.

$$\begin{aligned}
 x_{defuzz} &= \frac{\int x \cdot \mu(x) dx}{\int \mu(x) dx} \\
 &= \frac{\int_{m_l-\alpha}^{m_l} \left(1 - \frac{ml-x}{\alpha}\right) \cdot x dx + \int_{m_l-\alpha}^{m_u} 1 \cdot x dx + \int_{m_u}^{m_u+\beta} \frac{x-m_u}{\beta} \cdot x dx}{\int_{m_l-\alpha}^{m_l} \left(1 - \frac{ml-x}{\alpha}\right) dx + \int_{m_l}^{m_u} 1 \cdot x dx + \int_{m_u}^{m_u+\beta} \left(1 - \frac{x-m_u}{\beta}\right) dx} \\
 &= \frac{m_u^2 - m_l^2 + \alpha m_l + \beta m_u + \frac{1}{3}(\beta^2 - \alpha^2)}{\alpha + \beta + 2m_u - 2m_l}
 \end{aligned}$$

Bab 3

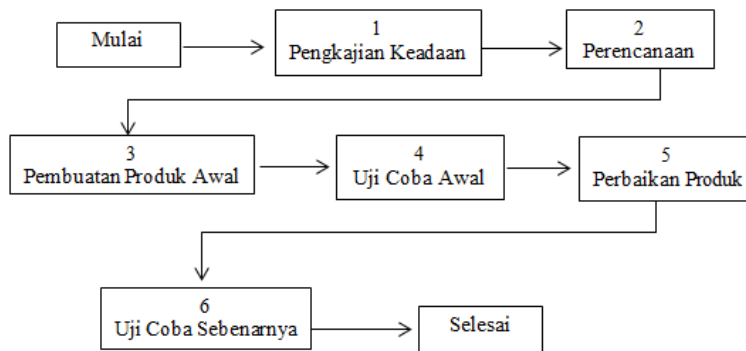
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian Pengembangan

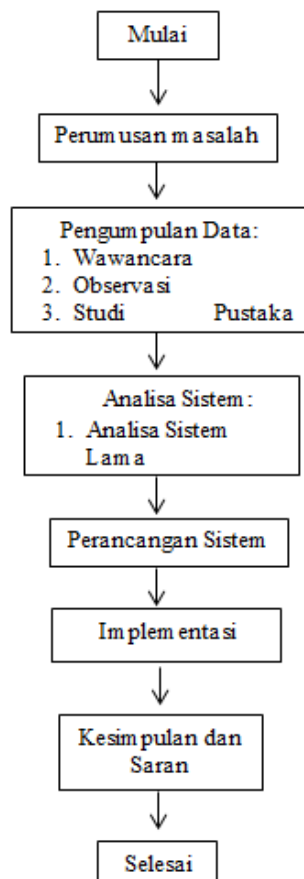
Metodologi penelitian digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research & Development*). Menurut Sugiyono, metode penelitian dan pengembangan (*Research & Development*) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Untuk dapat menghasilkan produk tertentu digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan dan untuk menguji keefektifan produk tersebut supaya dapat berfungsi di masyarakat luas, maka diperlukan penelitian untuk menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2009). Sukmadinata (2008) menyatakan penelitian dan pengembangan (R&D) adalah suatu pendekatan penelitian untuk menghasilkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada. Produk yang dihasilkan dapat berbentuk *hardware* maupun *software*.

3.1.1 Tahapan Penelitian Pengembangan

Tahapan penelitian ini mengacu pada tahapan penelitian *R & D* (Borg, W.R, dalam Sutopo, 2008), dimana peneliti mengembangkan tahapan penelitian *R & D* sesuai kebutuhan dalam penyelesaian metode *Fuzzy-Promethee* seperti Gambar 3.1 dan Gambar 3.2:



Gambar 3.1 Tahap-tahap Penelitian *R & D* (Sutopo, 2008)



Gambar 3.2. Tahap-tahap Penelitian Metode *Fuzzy-Promethee* (Peneliti)

3.2 Perumusan Masalah

Tahap ini adalah tahap yang paling mendasar dalam penelitian ini yakni merumuskan masalah bagi mahasiswa prodi matematika yang berprestasi dalam menerima beasiswa yang dioperasikan oleh suatu sistem pendukung keputusan (SPK).

3.3 Pengumpulan Data

3.3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Adapun tempat pelaksanaan penelitian ini adalah Prodi Matematika, Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan Jalan IAIN No. 1 Medan Kode Pos 20235 dengan waktu penelitian adalah bulan November 2017-November 2018.

3.3.2 Wawancara

Wawancara yang digunakan pada penelitian ini yaitu wawancara personal. Proses wawancara dilakukan kepada mahasiswa prodi matematika yang berprestasi dalam menerima beasiswa, mulai dari prosedur pengajuan, hingga penentuan bobot kriteria ideal setiap calon penerima beasiswa.

3.3.3 Studi Pustaka (*Library Research*)

Studi pustaka dilakukan untuk mencari dan menganalisis metode yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan pada penelitian. Serta mendapatkan dasar rujukan yang kuat untuk penerapan metode dalam penelitian ini. Cara yang digunakan dalam studi pustaka ini adalah dengan mempelajari buku-buku terkait, artikel dan jurnal nasional maupun internasional yang berhubungan dengan topik permasalahan dalam penelitian ini.

Bab 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengembangan Metode *Fuzzy-Promethee*

4.1.1 Integrasi metode AHP (*Analytical Hierarchical Process*) dan *Fuzzy-Promethee*

Pemilihan mahasiswa berprestasi tidak dapat dilakukan dengan menggunakan perasaan, hubungan kekerabatan ataupun ras. Predikat mahasiswa berprestasi harus ditentukan menggunakan kriteria-kriteria prestasi yang datanya tidak hanya berbentuk data numeric namun juga data kualitatif. Data tersebut dapat diperoleh dari kuesioner yang telah disebarakan kepada mahasiswa.

Metode AHP adalah suatu metode yang dapat digunakan untuk menentukan kriteria yang paling baik digunakan untuk memilih mahasiswa berprestasi. Setelah kriteria-kriteria paling baik diperoleh, proses yang dilakukan selanjutnya adalah fuzifikasi data kualitatif, karena tidak semua data berbentuk numerik untuk diolah dengan metode *Promethee*. Untuk lebih jelasnya, perhatikan bagan pada Gambar 4.1:

4.2 Analisis Sistem

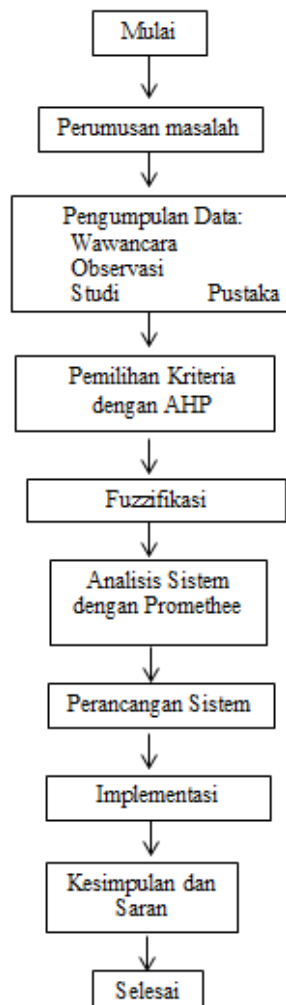
4.2.1 Analisis Masalah dengan metode AHP

Pada analisis masalah ini, dilakukan penguraian bagaimana proses pemilihan kriteria-kriteria yang baik digunakan dalam proses pemilihan mahasiswa berprestasi dengan metode AHP. Dalam pengambilan keputusan, terdapat tiga langkah yang dilakukan yaitu: *intelligent*, *modeling*, dan *choice* (Simon, 1977).

1. Tahap *Intelligent*

Tahap *intelligent* adalah mengumpulkan data yang kita butuhkan serta menyusun kriteria pemilihan. Kriteria-kriteria dalam menentukan mahasiswa berprestasi adalah:

- Kriteria 1: C₁: Indeks Prestasi Semester (IPS)
 Kriteria 2: C₂: Indeks Prestasi Kumulatif (IPK)
 Kriteria 3: C₃: Jumlah Buku Perkuliahan
 Kriteria 4: C₄: Uang Saku
 Kriteria 5: C₅: Keikutsertaan Organisasi
 Kriteria 6: C₆: Jarak Rumah
 Kriteria 7: C₇: Penggunaan Gadget
 Kriteria 8: C₈: Jam Belajar



Gambar 4.1 Pengembangan metode *Fuzzy-Promethee* dalam Seleksi Mahasiswa Berprestasi

Tabel 4.1. Daftar Indeks Random Konsistensi

Ukuran Matriks	Nilai IR
1,2	0,0
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

Kusrini. *“Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan”*, 2007. Yogyakarta: Andi.

2. Algoritma Sistem

Pada metode AHP, suatu permasalahan diuraikan menjadi beberapa kriteria yang disusun dalam sebuah hierarki. Masing-masing kriteria diberi bobot dengan melakukan perbandingan berpasangan antar kriteria. Masing-masing alternative pemilihan bobot melakukan perbandingan berpasangan. Langkah tersebut dengan teori AHP akan menghasilkan nilai akhir untuk setiap alternatif. Alternatif dengan nilai akhir terbesar adalah yang terbaik.

Tabel 4.2 Skala Penilaian Perbandingan Pasangan

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada

Intensitas Kepentingan	Keterangan
	elemen lainnya
7	Satu elemen jelas lebih penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan
Kebalikan	Jika aktivitas i mendapat satu angka dibandingkan dengan aktivitas j , maka j memiliki nilai kebalikannya dibandingkan dengan i

Hasil perhitungan bobot dari keseluruhan kriteria disajikan dalam Tabel 4.3

Tabel 4.3 Matriks Perbandingan Kriteria

	IPS	IPS	Jlh Buku	Uang Saku	Organisasi	Jarak rumah	Pengg Gadget	Jam Belajar
IPS	1	3	9	9	7	9	3	3
IPK	0,33	1	5	7	5	9	3	3
Jlh Buku	0,11	0,2	1	3	3	7	3	0,33
Uang Saku	0,11	0,14	0,3	1	0,2	3	0,33	0,2
Organisasi	0,14	0,2	0,33	5	1	5	0,33	0,33
Jarak rumah	0,11	0,14	0,14	0,33	0,33	1	0,33	0,2
Pengg Gadget	0,33	0,33	0,33	3	3	3	1	1
Jam Belajar	0,33	0,33	3	5	3	5	1	1

Dengan kriteria-kriteria pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, diperoleh matriks sebagai berikut:

Tabel 4.4 Penjumlahan Nilai Elemen Setiap Kolom Matriks

	IPS	IPS	Jlh Buku	Uang Saku	Organisasi	Jarak Rumah	Pengg Gadget	Jam Belajar
IPS	1	3	9	9	7	9	3	3
IPK	0,33	1	5	7	5	9	3	3
Jlh Buku	0,11	0,2	1	3	3	7	3	0,33
Uang Saku	0,11	0,14	0,3	1	0,2	3	0,33	0,2
Organisasi	0,14	0,2	0,33	5	1	5	0,33	0,33
Jarak rumah	0,11	0,14	0,14	0,33	0,33	1	0,33	0,2
Pengg Gadget	0,33	0,33	0,33	3	3	3	1	1
Jam Belajar	0,33	0,33	3	5	3	5	1	1
Σ kolom	2,46	5,34	19,1	33,33	22,53	42	11,99	9,06
Σ total	145,81							

Vektor kolom ini kemudian dikalikan dengan matriks semula, menghasilkan nilai untuk tiap baris yang selanjutnya setiap nilai dibagi kembali dengan nilai vektor yang bersangkutan. Nilai rata-rata dari hasil pembagian ini merupakan *principal eigen value* maksimum (λ_{maks}).

Tabel 4.5 Matriks Bobot Prioritas Kriteria

	IPS	IPS	Jlh Buku	Uang Saku	Organisasi	Jarak rumah	Pengg Gadget	Jam Belajar	Nilai Rata-rata
IPS	0,4065	0,5618	0,4712	0,270027	0,31069685	0,21428571	0,250208507	0,33112583	0,351981238
IPK	0,13415	0,18727	0,26178	0,210021	0,22192632	0,21428571	0,250208507	0,33112583	0,226344967
Jlh Buku	0,04472	0,03745	0,05236	0,090009	0,13315579	0,16666667	0,250208507	0,03642384	0,101373557
Uang Saku	0,04472	0,02622	0,01571	0,030003	0,00887705	0,07142857	0,027522936	0,02207506	0,030818262
Organisasi	0,05691	0,03745	0,01728	0,150015	0,04438526	0,11904762	0,027522936	0,03642384	0,061129488
Jarak rumah	0,13415	0,0618	0,03728	0,090009	0,13315579	0,07142857	0,083402836	0,11037528	0,087699132
Pengg Gadget	0,13415	0,0618	0,15707	0,150015	0,13315579	0,11904762	0,083402836	0,11037528	0,118626085
Jam Belajar	0,13415	0,0618	0,15707	0,150015	0,13315579	0,11904762	0,083402836	0,11037528	0,118626085

Matriks nilai kriteria, matriks ini diperoleh dengan rumus: Nilai baris kolom baru = Nilai baris kolom lama/jumlah masing-masing kolom lama. Langkah selanjutnya, jumlah dari matriks prioritas kriteria dibagi dengan banyaknya kriteria yang telah ditetapkan (dalam kasus ini terdapat 8 kriteria) sehingga dapat ditemukan hasil dari bobot prioritas pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Pembagian Nilai Jumlah Elemen

	IPS	IPS	Jlh Buku	Uang Saku	Organisasi	Jarak rumah	Pengg Gadget	Jam Belajar	Jumlah	Prioritas
IPS	0,4065	0,5618	0,4712	0,270027	0,31069685	0,21428571	0,250208507	0,33112583	2,815849907	0,35198
IPK	0,13415	0,18727	0,26178	0,210021	0,22192632	0,21428571	0,250208507	0,33112583	1,810759735	0,22634
Jlh Buku	0,04472	0,03745	0,05236	0,090009	0,13315579	0,16666667	0,250208507	0,03642384	0,81098846	0,10137
Uang Saku	0,04472	0,02622	0,01571	0,030003	0,00887705	0,07142857	0,027522936	0,02207506	0,246546096	0,03082
Organisasi	0,05691	0,03745	0,01728	0,150015	0,04438526	0,11904762	0,027522936	0,03642384	0,489035902	0,06113
Jarak rumah	0,13415	0,0618	0,03728	0,090009	0,13315579	0,07142857	0,083402836	0,11037528	0,701593057	0,0877
Pengg Gadget	0,13415	0,0618	0,15707	0,150015	0,13315579	0,11904762	0,083402836	0,11037528	0,949008682	0,11863
Jam Belajar	0,13415	0,0618	0,15707	0,150015	0,13315579	0,11904762	0,083402836	0,11037528	0,949008682	0,11863

Memeriksa rasio matriks konsistensi perbandingan antara kriteria dengan melakukan perkalian seluruh kolom penjumlahan nilai elemen setiap kolom matriks (Tabel 4.4) dengan bobot prioritas kriteria (Tabel 4.6)

Tabel 4.7 Hasil Perkalian Setiap Baris Matriks Konsistensi Kriteria

	IPS	IPS	Jlh Buku	Uang Saku	Organisasi	Jarak rumah	Pengg Gadget	Jam Belajar	Jumlah
IPS	0,35198	0,67903	0,91236	0,27736436	0,42790641	0,78929219	0,355878256	0,35587826	4,149697629
IPK	0,07469	0,10137	0,15409	0,42790641	0,30564744	1,06763477	0,355878256	0,35587826	2,843103838
Jlh Buku	0,01115	0,00616	0,06113	0,2630974	0,18338846	0,8303826	0,101373558	0,03345327	1,490139519
Uang Saku	0,00339	0,00856	0,02631	0,11862609	0,01753983	0,03081826	0,009245479	0,00616365	0,220651181
Organisasi	0,00856	0,01754	0,03915	0,59313043	0,11862609	0,30564744	0,020172731	0,02017273	1,122993975
Jarak rumah	0,00965	0,01661	0,01661	0,02894071	0,03914661	0,02894071	0,012277878	0,01753983	0,169707949
Pengg Gadget	0,03915	0,03915	0,03915	0,35587826	0,35587826	0,35587826	0,039146608	0,11862609	1,342847285
Jam Belajar	0,03915	0,03915	0,35588	0,59313043	0,35587826	0,59313043	0,355878256	0,11862609	2,450814921

Tabel 4.8 Perhitungan Rasio Konsistensi

	Jumlah	Prioritas	Hasil
IPS	4,1497	0,35198	4,50168
IPK	2,8431	0,22634	3,06945
Jlh Buku	1,49014	0,10137	1,59151
Uang Saku	0,22065	0,03082	0,25147
Organisasi	1,12299	0,06113	1,18412
Jarak rumah	0,16971	0,0877	0,25741
Pengg Gadget	1,34285	0,11863	1,46147
Jam Belajar	2,45081	0,11863	2,56944
		Jlh Hasil	14,8866

$$\lambda_{maks} = \frac{\text{Jumlah Hasil}}{\text{Jumlah Aspek}} = 1,860819$$

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = -0,87703$$

Karena $n = 8$, $RI = 1,41$ maka $CR = \frac{CI}{RI} = -0,622$. Karena $CR < 0,1$ maka Rasio Konsistensi.

Hasil akhir diperoleh nilai prioritas kriteria mana yang menjadi kriteria terbaik sebagai kriteria pemilihan mahasiswa berprestasi seperti disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Tabel Prioritas

	IPS	IPS	Jlh Buku	Uang Saku	Organisasi	Jarak rumah	Pengg Gadget	Jam Belajar	Skala Prioritas	Rangking
IPS	1	3	9	9	7	9	3	3	4,501678667	1
IPK	0,33	1	5	7	5	9	3	3	3,069448805	2
Jlh Buku	0,11	0,2	1	3	3	7	3	0,33	1,591513077	4
Uang Saku	0,11	0,14	0,3	1	0,2	3	0,33	0,2	0,251469443	8
Organisasi	0,14	0,2	0,33	5	1	5	0,33	0,33	1,184123463	6
Jarak rumah	0,11	0,14	0,14	0,33	0,33	1	0,33	0,2	0,257407081	7
Pengg Gadget	0,33	0,33	0,33	3	3	3	1	1	1,46147337	5
Jam Belajar	0,33	0,33	3	5	3	5	1	1	2,569441006	3

Dari Tabel 4.9 dapat disimpulkan bahwa kriteria terbaik yang dapat digunakan dalam pemilihan mahasiswa berprestasi ialah kriteria 1: IP Semester, kriteria 2: IP Kumulatif, kriteria 8: Jam Belajar, kriteria 3: Jumlah Buku, dan kriteria 7: Penggunaan Gadget. Oleh karena kriteria Jam Belajar dan Penggunaan Gadget adalah kriteria penggunaan waktu maka peneliti mengajukan kriteria 5: Organisasi untuk menjadi kriteria pemilihan mahasiswa berprestasi.

4.2.2 Analisis Masalah dengan *Fuzzy-Promethee*

Pada penelitian ini digunakan nilai bobot berbentuk linguistic yang terbagi menjadi lima bagian yaitu tidak penting, kurang penting, cukup penting, penting dan sangat penting. Nilai bobot direpresentasikan dalam bentuk bilangan *fuzzy* trapezium interval. Nilai bobot ini digunakan untuk mengukur intensitas kepentingan suatu kriteria. Adapun informasi nilai pada masing-masing bobot pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Informasi Nilai Bobot

Nama Bobot	$W_k(m_b, m_w, \alpha)_{LR}$
Tidak Penting (TP)	(0,25; 0,25; 0,25; 0,25)
Kurang Penting (KP)	(0,50; 0,50; 0,25; 0,25)
Cukup Penting (CP)	(0,75; 0,75; 0,25; 0,25)
Penting (P)	(1,00; 1,00; 0,25; 0,25)
Sangat Penting (SP)	(1,25; 1,25; 0,25; 0,25)

Bab 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini mengajukan model epidemik penyakit menular dalam jaringan dinamis untuk tipe SIRS, model mean-field baku dipergunakan sebagai kerangka kerja dasar. Dalam model epidemik SIRS ini, parameter yang sangat mendasar dalam pembi-caraan epidemik penyakit adalah R_0 (basic reproductive number). R_0 mempunyai peran utama sebagai ambang aba-aba adanya wabah, terhadap relevansi untuk menguji ukuran pengendalian. Nilai R_0 demikian ini dapat dihasilkan dari model. Penelitian ini juga telah mengajukan untuk membalikkan perspektif terhadap kuantitas epidemik kunci. (terutama, apabila asumsi dasar dari model, pencampuran populasi homogen, tidak berlaku).

5.2 Penelitian Lebih Lanjut

Model epidemik yang diajukan dalam penelitian ini merupakan model epidemik dinamis yang deterministik dengan memperhitungkan adanya bentuk keterhubungan antara individu sebagai jaringan sosial. Model dinamis ini akan menjadi lebih mengarah ke realita apabila jaringan sosial yang dipergunakan berbentuk graph acak (random graph). Dalam kasus ini dapat diperoleh model epidemik dinamis stokastik. Bagaimana memperoleh model stokastik seperti ini dapat menjadi penelitian yang telah dilakukan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Albert, R., Jeong, H. & Barabási, A.-L. 1999 Diameter of the world-wide web. *Nature* 401, 130-131.
- Albert, R., Jeong, H. & Barabási, A.-L. 2000 Error and attack tolerance of complex networks. *Nature* 406, 378-381.
- Bailey, N. T. J. 1957 *The mathematical theory of epidemics*. London: Griffin.
- Bak, P., Chen, K. & Tang, C. 1990 A forest-fire model and some thoughts on turbulence. *Phys. Lett. A* 147, 297-300.
- Barabási, A. L. & Albert, R. 1999 Emergence of scaling in random networks. *Science* 286, 509-512.
- Barbour, A. & Mollison, D. 1990 Epidemics and random graphs. In *Stochastic processes in epidemic theory* (ed. J.-P. Gabriel, C. Lefèvre & P. Picard), pp. 86-89. New York: Springer.
- Bearman, P. S., Moody, J. & Stovel, K. 2004 Chains of affection: the structure of adolescent romantic and sexual networks. *Am. J. Sociol.* 110, 44-91.
- Bollobás, B. 1979 *Graph theory*. New York: Springer.
- Bollobás, B. 1985 *Random graphs*. London: Academic Press.
- Boots, M. & Sasaki, A. 1999 'Small worlds' and the evolution of virulence: infection occurs locally and at a distance. *Proc. R. Soc. B* 266, 1933-1938. (doi:10.1098/rspb.1999.0869.)
- Diekmann, O., Heesterbeek, J. A. P. & Metz, J. A. J. 1998 A deterministic epidemic model taking account of repeated contacts between the same individuals. *J. Appl. Prob.* 35, 462-468.
- Dietz, K. & Hader, K. P. 1988 Epidemiological models for sexually transmitted diseases. *J. Math. Biol.* 26, 1-25.
- Doherty, I. A., Padian, N. S., Marlow, C. & Aral, S. O. 2005 Determinants and consequences of sexual networks as they affect the spread of sexually transmitted infections. *J. Infect. Dis.* 191, S42-S54.

- Eames, K. T. D. & Keeling, M. J. 2002 Modeling dynamic and network heterogeneities in the spread of sexually transmitted diseases. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 99, 13330-13335.
- Eames, K. T. D. & Keeling, M. J. 2003 Contact tracing and disease control. *Proc.R. Soc. B* 270, 2565-2571. (doi:10.1098/rspb.2003.2554.)
- Eames, K. T. D. & Keeling, M. J. 2004 Monogamous networks and the spread of sexually transmitted diseases. *Math. Biosci.* 189, 115-130.
- Eichner, M. 2003 Case isolation and contact tracing can prevent the spread of smallpox. *Am. J. Epidemiol.* 158, 118-128.
- Eubank, S., Guclu, H., Kumar, V. S. A., Marathe, M. V., Srinivasan, A., Toroczkai, Z. & Wang, N. 2004 Modelling disease outbreaks in realistic urban social networks. *Nature* 429, 180-184.
- Ferguson, N. M. & Garnett, G. P. 2000 More realistic models of sexually transmitted disease transmission dynamics: sexual partnership networks, pair models, and moment closure. *Sex. Transm. Dis.* 27, 600-609.
- Ferguson, N. M., Donnelly, C. A. & Anderson, R. M. 2001 The foot-and-mouth epidemic in Great Britain: pattern of spread and impact of interventions. *Science* 292, 1155-1160.
- Frank, O. & Strauss, D. 1986 Markov Graphs. *J. Am. Stat. Soc.* 81, 832-842.
- Fraser, C., Riley, S., Anderson, R. M. & Ferguson, N. M. 2004 Factors that make an infectious disease outbreak controllable. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 101, 6146-6151.
- Garnett, G. P. & Anderson, R. M. 1996 Sexually transmitted diseases and sexual behavior: insights from mathematical models. *J. Infect. Dis.* 174, S150-S161.
- Ghani, A. C. & Garnett, G. P. 1998 Measuring sexual partner networks for transmission of sexually transmitted diseases. *J. R. Stat. Soc. A* 161, 227-238.
- Ghani, A. C. & Garnett, G. P. 2000 Risks of acquiring and transmitting sexually transmitted diseases in sexual partner networks. *Sex. Transm. Dis.* 27, 579-587.

- Ghani, A. C., Swinton, J. & Garnett, G. P. 1997 The role of sexual partnership networks in the epidemiology of gonorrhea. *Sex. Transm. Dis.* 24, 45-56.
- Gilbert, M., Mitchell, A., Bourn, D., Mawdsley, J., Clifton-Hadley, R. & Wint, W. 2005 Cattle movements and bovine tuberculosis in Great Britain. *Nature* 435, 491-496.
- Grassberger, P. 1983 On the critical behaviour of the general epidemic process and dynamical percolation. *Math. Biosci.* 63, 157-172.
- Grenfell, B. T. 1992 Chance and chaos in measles dynamics. *J. R. Stat. Soc. B* 54, 383-398.
- Grenfell, B. T., Bjornstad, O. N. & Kappey, J. 2001 Travelling waves and spatial hierarchies in measles epidemics. *Nature* 414, 716-723.
- Grimmett, G. 1989 *Percolation*. Berlin: Springer.
- Halloran, M. E., Longini Jr. I. M., Nizam, A. & Yang, Y. 2002 Containing bioterrorist smallpox. *Science* 298, 1428-1432.
- Handcock, M. S. & Jones, J. H. 2004 Likelihood-based inference for stochastic models of sexual network formation. *Theor. Popul. Biol.* 65, 413-422.
- Harary, F. 1969 *Graph theory*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Harris, T. E. 1974 Contact interactions on a lattice. *Ann. Probab.* 2, 969-988.
- Haydon, D. T., Chase-Topping, M., Shaw, D. J., Matthews, L., Friar, J. K., Wilesmith, J. & Woolhouse, M. E. J. 2003 The construction and analysis of epidemic trees with reference to the 2001 UK foot-and-mouth outbreak. *Proc. R. Soc. B* 270, 121-127. (doi:10.1098/rspb.2002.2191.)
- Hethcote, H. W. & Yorke, J. A. 1984 *Gonorrhea transmission dynamics and control*. Springer Lecture Notes in Biomathematics. Berlin: Springer.
- Jeong, H., Tombaer, B., Albert, R., Oltvai, Z. N. & Barabási, A.-L. 2000 The large-scale organization of metabolic networks. *Nature* 407, 651-654.
- Jolly, A. M. & Wylie, J. L. 2002 Gonorrhoea and Chlamydia core groups and sexual networks in Manitoba. *Sex. Transm. Infect.* 78, i45-i51.

- Karlberg, M. 1997 Testing transitivity in graphs. *Soc. Networks* 19, 325-343.
- Keeling, M. J. 1997 Modelling the persistence of measles. *Trends Microbiol.* 5, 513-518.
- Keeling, M. J. 1999 The effects of local spatial structure on epidemiological invasions. *Proc. R. Soc. B* 266, 859-867. (doi:10.1098/rspb.1999.0716.)
- Keeling, M. J. 2005 Implications of network structure for epidemic dynamics. *Theor. Popul. Biol.* 67, 1-8.
- Keeling, M. J., Rohani, P. & Grenfell, B. T. 2001 Seasonally forced disease dynamics explored as switching between attractors. *Physica D* 148, 317-335.
- Kermack, W. O. & McKendrick, A. G. 1927 A contribution to the mathematical theory of epidemics. *Proc. R. Soc. A* 115, 700-721.
- Klov Dahl, A. S. 1985 Social networks and the spread of infectious diseases: the AIDS example. *Soc. Sci. Med.* 21, 1203-1216.
- Klov Dahl, A. S. 2001 Networks and pathogens. *Sex. Transm. Dis.* 28, 25-28.
- Klov Dahl, A. S., Dhofier, Z., Oddy, G., O'Hara, J., Stoutjesdijk, S. & Whish, A. 1977 Social networks in an urban area: first Canberra study *Aust. N. Z. J. Sociol.* 13, 169-172.
- Kretzschmar, M., van Duynhoven, Y. T. H. P. & Severijnen, A. J. 1996 Modeling prevention strategies for gonorrhea and chlamydia using stochastic network simulations. *Am. J. Epidem.* 144, 306-317.
- Kuperman, M. & Abramson, G. 2001 Small world effects in an epidemiological model. *Phys. Rev. Lett.* 86, 2909-2912.
- Leinhardt, S. (ed.) 1977 Social networks: a developing paradigm. New York: 2002 Thomas Parran Award Lecture. *Sex. Transm. Dis.* 30, 478-482.
- Rothenberg, R. B., Potterat, J. J., Woodhouse, D. E., Muth, S. Q., Darrow, W. W. & Klov Dahl, A. S. 1998 Social network dynamics and HIV transmission. *AIDS* 12, 1529-1536.
- Rozenfeld, A. F., Cohen, R., ben-Avraham, D. & Havlin, S. 2002 Scale-free networks on lattices. *Phys. Rev. Lett.* 89, 218701.
- Schwartz, I. B. 1985 Multiple recurrent outbreaks and predictability in seasonally forced nonlinear epidemic models. *J. Math. Biol.* 18, 233-253.

- Scott, J. 1991 Social network analysis: a handbook. London: SAGE Publications.
- Snijders, T. A. B. 2001 The statistical evaluation of social network dynamics. *Sociol. Methodol.* 31, 361-395.
- Szendro"i, B. & Csa'nyi, G. 2004 Polynomial epidemics and clustering in contact networks. *Proc. R. Soc. B* 271, S364-S366. (doi:10.1098/rsbl.2004.0188.)
- Travers, J. & Milgram, S. 1969 An experimental study of the small world problem. *Sociometry* 32, 425-443.
- Wallinga, J., Edmunds, W. J. & Kretzschmar, M. 1999 Perspective: human contact patterns and the spread of airborne infectious diseases. *Trends Microbiol.* 7, 372-377.
- Warren, C. P., Sander, L. M. & Sokolov, I. M. 2002 Geography in a scale-free network model. *Phys. Rev. E* 66, 056105.
- Wasserman, S. & Faust, K. 1994 Social network analysis. Cambridge: Cambridge University Press.
- Watts, D. J. 1999 Small worlds: the dynamics of networks between order and randomness. Princeton: Princeton University.